

(1) Japanese Patent Application Laid-Open No. 09-186269 (1997)

“SEMICONDUCTOR DEVICE”

The following is an English translation of an extract of the above application.

5 In a semiconductor device disclosed here, a lead frame 13 to which a semiconductor element 11 is bonded is connected to a heat sink 15 through a ceramic plate 14, and is sealed with an exterior resin mold 17. Here, the ceramic plate 14 is the almost same size as the semiconductor element 11.

(19)日本国特許庁(J P)

(43)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-186269

(43)公開日 平成9年(1997)7月15日

(51)Int.Cl.*	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L	23/28		H 0 1 L 23/28	B
	23/36		23/36	D
	25/085		25/08	Z
	25/07			
	25/18			

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平8-309

(22)出願日 平成8年(1996)1月5日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 小川 敏夫

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 高橋 正昭

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 神村 典孝

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(74)代理人 弁理士 武 顯次郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体装置

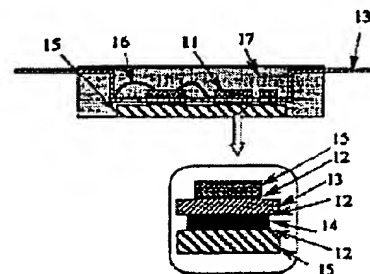
(57)【要約】

【課題】 小型、高密度のパワー半導体装置を低価格で提供すること。

【解決手段】 半導体素子11が接合されたリードフレーム13を、セラミック板14を介してヒートシンク15に結合させ、外装樹脂モールド17により封止成形した半導体装置において、セラミック板14の大きさを半導体素子11とほぼ同じ大きさにしたもの。

【効果】 セラミック板14の寸法が小さくて済み、反り、もしくは曲がりを生じにくいという効果があり、この結果、セラミック板14の厚さを最大でも0.5mmの薄いものとする事ができるので、熱抵抗を十分に低くできるという効果がある。

【図1】



- 11 半導体素子
- 12 接合
- 13 リードフレーム
- 14 セラミック板
- 15 ヒートシンク
- 16 外装樹脂モールド
- 17 外装樹脂モールド

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一方の面に半導体素子が接合された回路基板を電氣的に隔離した状態でほぼ平板状のヒートシンクの一の面に積層させ、該ヒートシンクの他方の面が外部に露出した状態で電気絶縁性外装モールド材により封止成形した半導体装置において、前記回路基板の前記半導体素子が接合されている部分の反対側の面に、前記半導体素子とほぼ同じ平面形状のセラミック板を設け、前記回路基板がこのセラミック板を介して前記ヒートシンクに積層されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】 請求項 1 の発明において、前記セラミック板の平面寸法と前記半導体素子の平面寸法の差が、片側で 2mm もしくは該セラミック板の厚さの 3 倍の内、いずれか大きいほうを超えない範囲になるように構成されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 3】 請求項 1 の発明において、前記セラミック板の厚さが最大でも 0.5mm であることを特徴とする半導体装置。

【請求項 4】 請求項 1 の発明において、前記半導体素子が、非絶縁型パワー半導体素子であることを特徴とする半導体装置。

【請求項 5】 請求項 1 の発明において、前記電気絶縁性外装モールド材が、最大でも 20ppm/℃ の線膨張率を有する樹脂系モールド材であることを特徴とする半導体装置。

【請求項 6】 請求項 5 の発明において、前記樹脂系モールド材が、エポキシ系樹脂、フェノール系樹脂、ポリイミド系樹脂、ポリアミド系樹脂、三酸化アンチモン、エポキシシラン、エポキシ変性シロキサン、酸化アルミニウム、酸化けい素のうちの少なくとも 2 種を有効成分として含むように構成されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 7】 請求項 1 の発明において、前記半導体素子を駆動する制御系回路用チップ部品及び保護系回路用チップ部品の少なくとも一方が前記回路基板上に搭載されていることを特徴とする半導体装置

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、一方の面に半導体素子が接合された回路基板を電氣的に隔離した状態でほぼ平板状のヒートシンクの一の面に積層させ、該ヒートシンクの他方の面が外部に露出した状態で電気絶縁性外装モールド材により封止成形した半導体装置に係り、特に電力機器に好適な半導体装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 インバータ装置などの電力機器に使用する半導体装置では、特に半導体素子からの発熱をいかに効率的に放散するかが大きな命題となつてゐる。そこで、例えば、特公平 5-226575 号公報では、ヒ-

ートシンク上もしくはリードフレーム上にパワー半導体素子を直接搭載し、外装を一体樹脂成形した半導体装置について提案している。そして、この半導体装置によれば、パワー半導体素子がヒートシンクに直接固着されているので熱抵抗が低く、かつ部品点数が少なくできるので高信頼性化に優れているという利点がある。

【0003】 次に、例えば、特公平 3-63822 号公報及び特公平 6-80748 号公報では、金属のヒートシンク上に、予め所定間隔の隙間を設けてパワー半導体素子をセットし、この隙間を含む外装部全体を、一体のモールドとして樹脂を流し込んで封止成形した半導体装置について提案している。この構造によれば、半導体素子を固着した導体層とヒートシンクとの間に樹脂層が介在するので、前記非絶縁型パワー半導体素子の複数の搭載が容易に可能であり、部品点数も少ないことから高い信頼性が得られるという利点がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 従来技術では、以下の問題があった。まず、特公平 5-226575 号公報に記載の半導体装置では、パワー半導体素子がヒートシンクから電氣的に隔離されていないので、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) など、コレクタ側にも通電する必要がある非絶縁型パワー半導体素子には適用が難しい。

【0005】 ここで、ヒートシンク表面もしくは内部に絶縁層を配置する案も示されているが、この場合には、個別に動作する複数のパワー半導体素子の搭載に難があり、例えばインバータ装置の主回路など複雑な回路の形成には不向きであるという問題がある。

【0006】 次に、特公平 3-63822 号公報及び特公平 6-80748 号公報に記載の半導体装置は、前述したように予め素子をセットした空間に樹脂を流し込む方法であり、従って、成型時にボイドの巻き込みの腐れがあると共に樹脂層の厚さが不安定になりやすい。

【0007】 通常、この種樹脂層の熱伝導率は極めて低く、僅かな厚層の誤差が熱抵抗としては大きなばらつきとして現われる。従って、この従来技術では、量産工場での安定した品質の半導体装置を得るのが難しい。また、同様の理由から、この従来技術では、絶縁層の厚層を例えば 0.1mm 以下と大幅に薄くして熱抵抗を下げることも難しい。

【0008】 本発明の目的は、実用的なパワー半導体装置で要求される、高い熱放散に充分に対応でき、低熱抵抗性で安定した熱抵抗を有し、高信頼性で小型のパワー半導体装置を低価格で提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】 上記目的は、一方の面に半導体素子が接合された回路基板を電氣的に隔離した状態でほぼ平板状のヒートシンクの一の面に積層させ、該ヒートシンクの他方の面が外部に露出した状態で

電気絶縁性外装モールド材により対止成形した半導体装置において、前記回路基板の前記半導体素子が接合されている部分の反対側の面に、前記半導体素子とほぼ同じ平面形状のセラミック板を設け、前記回路基板がこのセラミック板を介して前記ヒートシンクに接合させることにより達成される。

【0010】回路基板、つまりリードフレーム上に固着された半導体素子など及びもしくは受動素子と、それを電気的に接続する導体及び外部との入出力用端子とを有し、これら回路系が樹脂系モールドによって保護された構造のパワー半導体装置において、該リードフレーム下面に、セラミック電気絶縁層を挟持してヒートシンクが配置され、かつ該樹脂系モールドが一体的に構成され、該モールドが実質的に単一の樹脂層、いわゆる硬質樹脂によって構成されるので、金属板表面に均質で平坦な絶縁層を配置でき、底部にコレクタ電極を有した非絶縁型パワー半導体素子を、ヒートシンクなどの導体層を介して直接固着することができ、導体配線を配置するときの設計自由度が高く、高密度化もしくは小型化に有効である。

【0011】さらに、パワー半導体素子を含む回路全体が単一のモールド樹脂層によって覆われているために、該絶縁層が補強され、絶縁層への応力集中を緩和できる。通常、この種絶縁層に要求される材料特性として、十分な電気絶縁性に加えて良好な熱伝導性があり、これを実現するため、樹脂系材料では一般には内部に多量のフィラーを含有させており、このため、応力によりクラックを発生しやすいが、この絶縁層を外装モールドによって補強する作用が得られる。

【0012】一方、モールド用樹脂については、その材質の熱伝導性について特に配慮する必要は無いので、材料選定の自由度が高い。従って、耐応力性の材料を選定できる。そして、このモールド材料によって絶縁層が補強されるので、シリコンとの熱膨張率の差に起因する絶縁層のクラックの発生などを抑制できる。

【0013】また、外装モールドとは別個に絶縁層が形成されるので、均一で薄い絶縁層の形成が可能で、熱抵抗が低くかつ安定した特性を得ることができる。つぎに、非絶縁型パワー半導体素子が適用出来るので、例えばIGBT素子を用いた複雑な構造の半導体装置でも容易に実現出来る。さらに、樹脂系モールド材の熱膨張率を最大でも20ppm/℃にすることにより、半導体素子を搭載したリードフレーム及びヒートシンクなどからなる構造体の反りを最小限に抑制できる。

【0014】また、樹脂系モールド材として、エポキシ系樹脂、フェノール系樹脂、ポリイミド系樹脂、ポリアミド系樹脂、三酸化アンチモン、エポキシシラン、エポキシ変性シリコン、酸化アルミニウム、酸化けい素のうちの少なくとも2種を有効成分として含む構成とすることにより熱膨張率を最適化でき、リードフレームとヒ

ートシンクの間に介在させた絶縁層を、より効果的に補強する作用がある。

【0015】さらに、パワー半導体素子に加えて、保護系回路部品を併せ配置することにより、例えば過電流、過温度などの異常時に迅速かつ適切に対応することができるようにした自立型半導体装置を構成することができる。

【0016】また、電気絶縁層がセラミック系材料によって構成されるので、リードフレームとヒートシンク間との十分な電気絶縁性が得られると共に、熱抵抗を低く保つことができる。

【0017】さらに、セラミック板の寸法が小さいので、異種材料間に挟持された構造であっても、半導体素子を含むこれら材料間の熱膨張率差に起因する、温度変化時の内部応力を抑制する作用をえることができる。また、セラミック板の寸法が小さいので、薄いセラミック板を用いても反り、曲がりなどの不具合を生じにくいという作用が得られる。この結果、セラミック板の厚さが最大でも0.5mmにすることができ、熱抵抗を充分に低くすることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明による半導体装置について、図示の実施例を用いて詳細に説明する。しかし、本発明は、これらの実施例に限定されるものではない。

実施例1

図1は、本発明の実施例1を示したもので、例えばIGBTなどのパワー半導体素子11が半田層12を介してリードフレーム13上に固着されている。そして、この半導体素子11の直下に当たる、リードフレーム13の他方の面には、表面が金属化されたセラミック板14が半田層12により接合され、同時にヒートシンク15にも接合されることにより、両者間に介在されている。さらに、この半導体素子11はアルミニウムのワイヤボンディング部16により電気的に接合され、全体が外装樹脂モールド17により対止成型され、一体化される。

【0019】この図1の実施例によるパワー半導体装置は、図2に示すように、以下の工程によって作成される。

【0020】まず、リードフレーム13上の所定位置に7mm×7mmのIGBT素子11を半田接合12し、ついで、この素子11とリードフレーム13とをワイヤボンディング16により電気的に接合する。一方、両面を金属化したアルミナを主成分とする8mm×8mm×0.3mmのセラミック板14をリードフレーム13及びヒートシンク15間の所定位置にセットし、半田接合12する。

【0021】ついで、上記工程で準備された一連の回路を所定の金型中にセットし、所定温度で、射出法によって外装樹脂モールド17により対止成形し、パワー半導

体装置を得るのである。この実施例では、外装樹脂モールド17として、表1に示す材料を用いた。なお、この表1の配合割合は重量比を示す。

【0022】

【表1】

表1

材料	配合比
〇-クレゾールノボラック型エポキシ樹脂	90
ブロム化フェニールノボラック型エポキシ樹脂	10
フェニールノボラック樹脂	52
トリフェニルホスフィン	1
三酸化アンチモン	4
エポキシシラン	2
ヘキストワックス	1
カーボンブラック	1
エポキシ活性ポリジメチルシロキサン	10
酸化けい素（球状粉末）	643

【0023】表1から明らかなように、この実施例の外装樹脂モールド17には、フィラーとして酸化珪素を多

く含むので、ヤング率が1800kgf/mm²と高く、内部を保護するために必要な剛性を十分に具備している。

【0024】また、この結果、線膨張率は15ppm/℃と低いので、成形、硬化後のヒートシンク15の反りは約40μmと小さく、実用上問題のない水準に抑えることができる。

【0025】次に、この実施例1による半導体装置の特性について説明する。まず、図2で説明した方法によってサンプルとなる半導体装置を作製し、素子11とヒートシンク15との間の熱抵抗を測定した。このとき、セラミック板14の寸法を変え、6種類の寸法のものについて、それぞれ評価した。すなわち、素子11の平面寸法7mm×7mmを基準として、セラミック板14の平面寸法を、これより大きくする方向で変え、最大13mm×13mm、つまり、素子11との寸法差が片側で3mmになるまで実験した。

【0026】その結果を表2に示す。

【0027】

表2

No.	セラミック寸法 (mm角)	寸法差比	熱抵抗(K/W)
1	7	0	0.62
2	7.3	1	0.56
3	7.6	2	0.52
4	7.9	3	0.51
5	8.2	4	0.51
6	8.5	5	0.51

素子寸法7mm角 セラミック厚さ0.3mm

寸法差比=(セラミック寸法-素子寸法)÷セラミック厚さ

【0028】この表2から明らかなように、セラミック板14の寸法が大きくなるにつれて熱抵抗は低下する傾向があるが、しかし、素子11に対する片側の寸法差が、セラミック板14の厚さの3倍でほぼ上限に達するため、さらに大きくしても熱的には余り意味が無いことが判る。

【0029】一方、セラミック板14の寸法を大きくしてゆくと、厚さが薄いため、それ自体の反り、もしくは曲がりなどが生じやすくなり、異種材料間の線膨張率の差による温度変化時の熱応力も大きくなる傾向があり、不利になる。反対に、セラミック板14が素子11より小さい場合には、熱抵抗が大きくなってしまいますので当然好ましくない。

【0030】従って、セラミック板14の寸法としては、組立工程での位置合わせ精度最大=1mmを考慮す

ると、素子11より大きく、その寸法差がセラミック板14自体の厚さの3倍（表2中の寸法差比3）もしくは2mmのいずれか一方の大きい値を超えない範囲が望ましいことが判った。

【0031】この実施例によれば、半導体素子11とヒートシンク15の間での電気的な隔離をセラミック板14で得るようにしたので、高い信頼性と低い熱抵抗性とを同時に得ることができるという効果がある。また、半導体素子11の直下を含む近傍にだけセラミック板14が介在されるようにしたので、セラミック板14の寸法が小さくて済み、反りもしくは曲がりを生じにくいという効果がある。更に、この結果、セラミック板14の厚を最大でも0.5mmの薄いものとするので、熱抵抗を十分に低くできるという効果がある。

【0032】なお、この実施例1では、半導体素子11

としてIGBT素子を用いた例について示したが、例えばMOS系トランジスタなど、他の発熱性半導体素子であって良い。また、セラミック板14の材質としては、アルミナを例にして示したが、例えばベリリヤ、ジルコニヤ、窒化珪素、窒化アルミニウムなど他のセラミック材料を用いるようにしてもよい。

【0033】また、本実施例では樹脂モールド17に含まれるフィラーとして、表1に示したように、酸化珪素を用いた例について示したが、他の材料、例えばベリリヤ、ジルコニヤ、窒化珪素、窒化アルミニウム、炭化珪素などをフィラーとして用いてもよい。セラミック板14を絶縁層として用いた実施例1の特徴は、熱抵抗が低く、一般に電流密度の大きい素子への適用が効果的である。

【0034】図3は、この実施例1の変形例で、リードフレーム13の端子部を上向きに取り出して半導体装置を構成したものである。

【0035】実施例2
次に、本発明の実施例2について図4、図5により説明する。パワー半導体装置は、インバータ装置に用いられることが多い。そこで、この実施例2は、本発明によるパワー半導体装置をインバータ装置として構成したもので、図4は断面構成図で、図5は回路ブロック図である。

【0036】この実施例2では、図1の実施例と同じ構成の半導体素子11からなるスイッチング回路の他に、ゲート駆動用IC31、平滑コンデンサ32、及び整流回路用ダイオードブリッジ33などを加え、制御用のマイコンと電源回路34を付加してインバータモジュールを構成したものである。なお、この図4では、リードフレーム13とヒートシンク15との間にあるセラミック板は省略して描いてある。

【0037】そして、このとき、図4から明らかなように、ゲート駆動用IC31とダイオードブリッジ33は、半導体素子11と一緒に外装樹脂モールド17により封止し、その上にプリント配線基板36に搭載した平滑コンデンサ32とマイコン及び電源回路34を取付けて一体化したもので、さらにヒートシンク15には放熱

フィン35を設けてモジュールを構成している。

【0038】この実施例2によるインバータモジュールにより三相インダクションモータに接続して運転してみた結果、良好な特性を得ることが確認でき、温度変化を伴う繰り返し使用による信頼性も充分に得られることが判った。

【0039】

【発明の効果】本発明によれば、低熱抵抗性で安定した熱抵抗を有し、高信頼性で小型のパワー半導体装置を低価格で容易に提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による半導体装置の第一の実施例を示す断面構成図である。

【図2】本発明による半導体装置の第一の実施例の製造工程を示すフローチャートである。

【図3】本発明による半導体装置の第一の実施例の変形例を示す断面構成図である。

【図4】本発明による半導体装置の第二の実施例を示す断面構成図である。

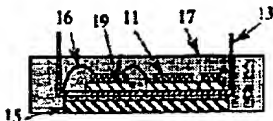
【図5】本発明による半導体装置の第二の実施例を示す回路ブロック図である。

【符号の説明】

- 11 半導体素子
- 12 半田
- 13 リードフレーム
- 14 セラミック板
- 15 ヒートシンク
- 16 ワイヤボンディング部
- 17 外装樹脂モールド
- 18 樹脂絶縁層
- 19 熱拡散板
- 31 ゲート駆動用IC
- 32 平滑コンデンサ
- 33 整流回路用ダイオードブリッジ
- 34 制御用マイコンと電源回路
- 35 放熱フィン
- 36 プリント配線基板

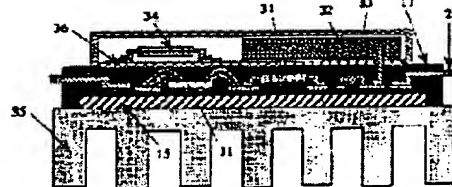
【図3】

【図3】

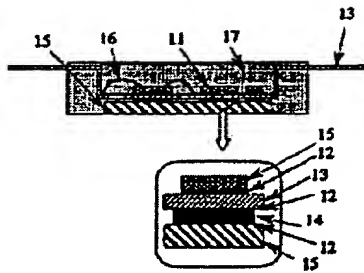


【図4】

【図4】

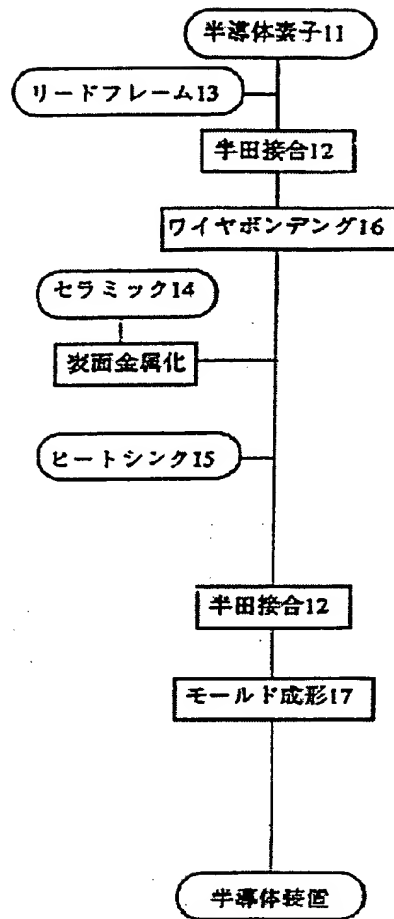


【図1】
【図1】



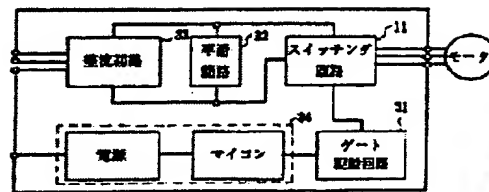
- 11 半導体素子
- 12 半田
- 13 リードフレーム
- 14 セラミック
- 15 ヒートシンク
- 16 ワイヤボンディング部
- 17 樹脂モールド
- 18 樹脂モールド

【図2】
【図2】



(本発明の一実施例)

【図5】
【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 合田 正広
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内
(72)発明者 梶原 良一
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 山田 一二
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内
(72)発明者 江口 州志
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内
(72)発明者 羽根井 博幸
千葉県習志野市東習志野7丁目1番1号
株式会社日立製作所産業機器事業部内